



Optimalisasi Model Jaringan Rute *Multiport* Tol Laut di Negara Kepulauan: Studi Kasus Evaluasi Rute di Maluku dan Papua Bagian Selatan

Multiport Routes Optimization Model of Toll Laut Network in an Archipelagic State: Case Study of Route Evaluation in Moluccas and Southern Papua

Irwan Tri Yunianto^{1*}, Hasan Iqbal Nur¹, Eka Wahyu Ardhi¹, dan Bianca Prima Adhitya¹

¹⁾ Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember,
Jalan Teknik Kimia, Keputih, Sukolilo, Surabaya, Indonesia

Diterima 11 Nov 2019, diperiksa 12 Des 2019, disetujui 29 Des 2019

Abstrak

Kewajiban penyelenggaraan pelayanan publik (PSO) digunakan oleh banyak negara yang mengamankan kepada operator berupa standar pelayanan minimum, terutama untuk daerah terpencil dimana outputnya adalah meningkatnya nilai konektivitas antar daerah. Sebagai negara kepulauan mengharuskan Indonesia memiliki konektivitas yang memadai untuk meningkatkan kesejahteraan dan keseimbangan ekonomi. Program Tol Laut yang dirancang membuat konektivitas antar wilayah di Indonesia dengan pelayaran rutin dan terjadwal khususnya ke wilayah Indonesia Timur dan wilayah 3T (Tertinggal, terdepan, dan Terluar) diharapkan menjawab minimnya konektivitas. Evaluasi program tol laut terus menerus dilakukan pemerintah yang salah satunya adalah evaluasi pola operasi kapal. Penelitian ini bertujuan untuk membuat model evaluasi trayek kapal tol laut yang paling optimal dengan menggunakan metode optimalisasi armada kapal yang diskenarioakan melalui pola jaringan transportasi *Multiport* dan *Hub-Spoke*. Jaringan kapal tol laut ke wilayah Maluku dan Papua bagian selatan yang optimal (*minimum Required Freight Rate* (RFR)) adalah pola operasi *Hub-Spoke* dengan pelabuhan pengumpul (*hub port*) di Saumlaki. Kebutuhan armada kapal untuk mendukung pola operasi *hub-spoke* ini adalah satu unit kapal berkapasitas 296 TEUs, tiga unit kapal berkapasitas 60 TEUs dan satu unit kapal berkapasitas 87 TEUs dengan potensi penghematan subsidi adalah sebesar 50% dibandingkan dengan nilai subsidi tahun 2018 sebesar 119,21 milyar rupiah menjadi 59,46 milyar rupiah.

Kata Kunci: optimalisasi, Perencanaan Trayek, Program Tol Laut, Tarif Pokok Minimum

Abstract

Public Services Obligation (PSO) used by many countries to mandate operators using a standards minimum service, especially for remote area whereas the outputs are increasing connectivity between regions. As an archipelago state, it's an obligation for Indonesia to provide adequate connectivity to improve prosperity and economic balance. The Sea highway Program is designed to increase connectivity between regions in Indonesia with routine and scheduled ships specifically to eastern Indonesia and 3T regions (least developed regions, frontier, and outermost) to address the lack of connectivity. evaluation The sea highway program is continuously carried out by the government, one of which is evaluating the pattern of ship operations. This study purposed to create the most optimum evaluation model of toll highway routes using a fleet optimization method which is scenarios through Multiport and Hub-Spoke transportation network patterns. Optimal sea highway network to Maluku and southern Papua using minimum requirement freight rate (RFR) with a Hub-Spoke operating pattern with a hub port located in Saumlaki. The fleet needs to support this hub-spoke operating pattern are one unit with a capacity of 296 TEUs, three units with a capacity of 60 TEUs and one unit with a capacity of 87 TEUs with a potential saving by 50%, compared to year 2018 allocated 119.21 billion rupiah to 59.46 billion rupiah.

Keyword: Optimization, route design, Sea Highway Program, Minimum Required Freight Rate

1. Latar Belakang

Penerapan kebijakan subsidi oleh negara untuk aktivitas transportasi telah jamak dilakukan di berbagai negara (Wittman et al., 2016). Menurut Bovis (2005) terdapat dua jenis subsidi negara, yaitu kewajiban pelayanan publik dan bantuan operasional negara, keduanya berujung kepada tingkat konektivitas dan penurunan biaya.

Salah satu program utama pemerintah Indonesia yang sedang dijalankan sebagai upaya untuk meningkatkan

* Corresponding author 0821 4103 0393
E-mail: irwan@seatrans.its.ac.id

keterhubungan atau konektivitas antar wilayah kepulauan adalah melalui (subsidi) Tol Laut dengan penyediaan angkutan laut yang tetap dan teratur dari pusat aktivitas perekonomian ke Pulau 3T (Kadarisman *et.al.*, 2016).



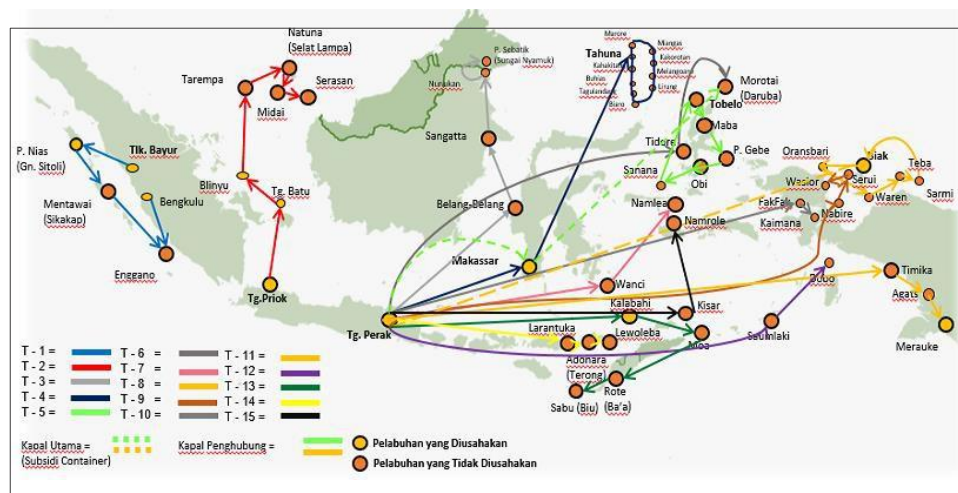
Gambar 1. Trayek Tol Laut Tahun 2017. Sumber: Kementerian Perhubungan, 2018

Bagi negara kepulauan yang luas seperti Indonesia maka solusi untuk menurunkan biaya logistik nasional dan meningkatkan kelancaran pergerakan penumpang dan distribusi barang yang ditentukan oleh seberapa baik berfungsinya angkutan laut. Konektivitas antar wilayah merupakan elemen penentu kemajuan suatu wilayah.

Kondisi antar pulau yang terpisah, kebutuhan yang beragam dan pusat perekonomian yang tidak merata menjadi faktor penghambat dalam upaya peningkatan pemerataan kesejahteraan (Kurniawan dan Pramita, 2016). Oleh karena itu, kesenjangan antar pulau di wilayah Indonesia tidak dapat dihindari yang berakibat pada disparitas harga yang merupakan konsekuensi dari biaya pengiriman ke luar Pulau Jawa khususnya Indonesia Timur menjadi tinggi.

Program Tol Laut dipandang sebagai sebagai solusi yang ditawarkan untuk mengurangi disparitas harga di Pulau Jawa dengan daerah 3T khususnya Indonesia Bagian Timur. Program tol laut (ilustrasi gambar 1) diwujudkan dengan cara mengadakan layanan pelayaran yang murah, rutin dan terjadwal sehingga dapat merangsang pertumbuhan ekonomi di Indonesia Bagian Timur (Saragi *et.al.*, 2018). Oleh karena itu, pemerintah melakukan intervensi pasar dengan membuat perencanaan dan memutuskan baik teknis maupun non teknis dalam pengoperasian tol laut.

Pada tahun 2018 terdapat 15 trayek Tol Laut (gambar 2) dengan pelabuhan pangkalan di Teluk Bayur, Jakarta, Surabaya, Tahuna, Tobelo dan Biak. Adapun detail Trayek Tol laut pada tahun 2018 terlihat pada tabel 1. Dimana harapannya adalah program tol laut diharapkan dapat mengurangi disparitas harga di Indonesia bagian timur (Gultom, 2017).



Gambar 2. Trayek Tol Laut Tahun 2018. Sumber: Kementerian Perhubungan, 2018

Tabel 1. Trayek Tol Laut Tahun 2018

Kode Trayek	Pola	Jaringan Trayek
T – 1	<i>Multiport</i>	Teluk Bayur–P. Nias (Gn. Sitoli)–Mentawai (Sikakap)–Pulau Enggano–Teluk Bayur
T – 2	<i>Multiport</i>	Tanjung Priok–Tanjung Batu–Blinyu–Tarempa–Natuna (Selat Lampa)–Tanjung Priok
T–3	<i>Multiport</i>	Tanjung Perak–Belang Belang–Sangatta Nunukan–Pulau Sebatik (Sungai Nyamuk)–Tanjung Perak
T–4	<i>HubSpoke</i>	Tanjung Perak–Makassar–Tahuna–Tanjung Perak
T–5	<i>Feeder</i>	Tahuna–Kahakitang Buhias–Tagulandang–Biaro–Lirung–Melangoane–Kakorotan–Miangas–Marore–Tahuna
T 6	<i>Multiport</i>	Tobelo–Maba–P. Gebe–Obi–Sanana–Tobelo
T 7	<i>Multiport</i>	Tanjung Perak–Tidore–Morotai–Tanjung Perak
T–8	<i>Multiport</i>	Tanjung Perak–Wanci–Namlea–Tanjung Perak
T–9	<i>Multiport</i>	Biak–Oransbari–Waren–Sarmi–Biak
T–10	<i>Crossing Vessel</i>	Tanjung Perak–Nabire–Serui–Wasior–Tanjung Perak
T–11	<i>Multiport</i>	TanjungPerak–Fak–Fak–Kaimana–Tanjung Perak
T 12	<i>Crossing Vessel</i>	Tanjung Perak–Timika–Agats–Merauke–Tanjung Perak
T–13	<i>Multiport</i>	Tanjung Perak–Saumlaki–Dobo–Tanjung Perak
T–14	<i>Multiport</i>	Tanjung Perak–Kalabahi–Moa Rote (Ba’a)–Sabu (Biu)–Tanjung Perak
T–15	<i>Multiport</i>	Tanjung Perak–Larantuka–Adonara (Terong)–Lewoleba–Tanjung Perak

Sumber: Kemenhub, 2018

Program tol laut ini diharapkan dapat mengurangi disparitas harga di Indonesia bagian timur (Gultom, 2017). Data harga komoditas pada tahun 2017 di daerah yang disinggahi kapal tol laut menunjukkan penurunan rata-rata sebesar 17.5% dibandingkan pada tahun sebelumnya (Saragi et.al.,2018).

2. Metode

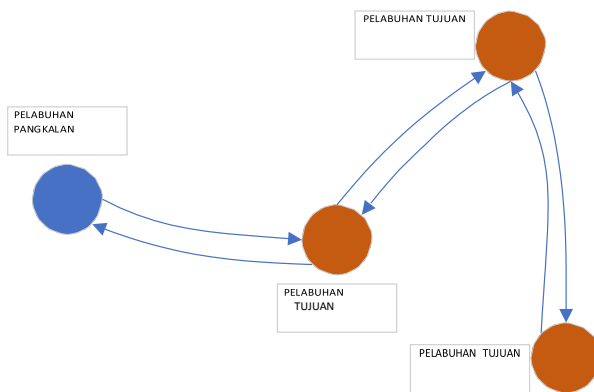
Secara garis besar metode penelitian ini terdiri atas lima tahapan utama,

Pengumpulan Data

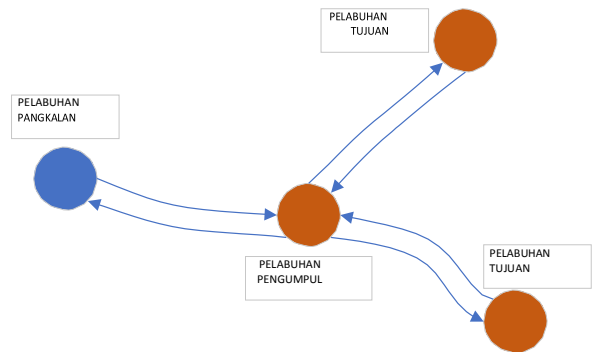
Pengumpulan data dalam penelitian dilakukan secara langsung (*primer*) maupun tidak langsung (*sekunder*). Data berasal dari stakeholder tol laut yang meliputi 1) Permintaan (*demand side*), meliputi realisasi jumlah muatan berdasarkan asal dan tujuan; 2) Penawaran (*supply side*), meliputi ukuran, kapasitas, kecepatan kapal dan realisasi frekuensi kapal sesuai dengan trayeknya; 3) Pelabuhan singgah dan jaringan/trayek tol laut saat ini; 4) Nilai subsidi per masing-masing trayek; dan 5) Standar komponen dan satuan biaya penyelenggaraan angkutan barang di laut.

Model Optimisasi Jaringan

Tahap awal dalam menyusun model optimasi adalah dengan melakukan skenario perbandingan jenis pola operasi saat ini (*multiport*) gadengan pola operasi skenario (*hub-spoke*). Analisis yang dilakukan pada tiap-tiap pola operasi tersebut meliputi spesifikasi kapal, rute perjalanan kapal, serta pengembangan pelabuhan pengumpul terpilih beserta penambahan fasilitasnya untuk pola operasi *hub-spoke*. Penyelesaian optimasi dengan menggunakan model linier programming yang dikembangkan oleh Natalia et.al. (2019) dan Zhen (2015), serta Sarkis dan Sundarraj (2002).

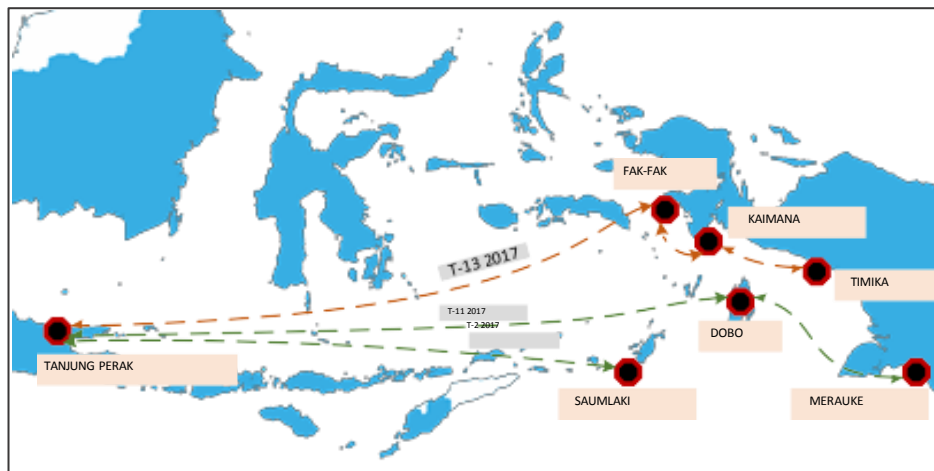


Gambar 3. Pola Operasi Multiport. (Sumber. Imai, et.al.,2009)



Gambar 4. Pola Operasi Hub-Spoke. (Sumber. Imai, et.al.,2009)

Model evaluasi trayek kapal tol laut di wilayah Papua bagian selatan dan Maluku meliputi 3 trayek yakni T10, T-11 dan T-12 tahun 2018 dengan pelabuhan singgah di Pelabuhan Dobo, Saumlaki, Fak-Fak, Kaimana, Timika, dan Merauke yang di ilustrasikan pada gambar 5.



Gambar 5. Jaringan Trayek Tol Laut ke Maluku dan Papua Bagian Selatan. Sumber: Kemehub, 2018

Untuk penggunaan kapal pada pola operasi skenario (*HubSpoke*), *mother vessel* diasumsikan menggunakan kapal sewa berdasarkan ukuran kapal, sedangkan untuk *feeder vessel* menggunakan kapal yang sudah ada dan beroperasi di wilayah Indonesia Timur.

Skenario pola operasi disusun menggunakan metode optimisasi *Non-Linear Programming* dengan hasil keluaran (output) rute dan penugasan spesifikasi kapal dengan minimum total biaya. Model matematis optimalisasi disusun berdasarkan pada Z (minimum total biaya) merupakan penjumlahan dari *Total Cost Mother Vessel* dengan *Total Cost Feeder Vessel*, dengan persamaan (1).

$$\min RFR \quad Z = \sum_{j=1}^6 \sum_{k=1}^m \left(\frac{TC_{jck}}{D_{jfx} s_j} \right) + \sum_{f=1}^n \left(\frac{TC_f}{D_{fxx} s_{jf}} \right) \dots \dots \dots (1)$$

Dengan batasan

$$\sum_{k=1}^m C_k \geq D_i \dots \dots \dots (2)$$

$$T_k < T_d \dots \dots \dots (3)$$

$$Fd < Fk \dots \dots \dots (4)$$

$$L, B, H, T \geq L_{smin}, B_{smin}, H_{smin}, T_{smin} \dots \dots \dots (5)$$

$$L, B, H, T \leq L_{smax}, B_{smax}, H_{smax}, T_{smax} \dots \dots \dots (6)$$

Dimana TC merupakan *Total Cost*; K merupakan *Mother Vessel*; j merupakan Pelabuhan Pengumpul; D merupakan Permintaan; s adalah Jarak; f merupakan *Feeder Vessel*; c merupakan *Crane Dermaga*; n adalah Jumlah *Feeder Vessel*; m adalah Jumlah *Mother Vessel*; L adalah Panjang Kapal (LPP); B merupakan Lebar Kapal; H adalah Tinggi Kapal; T adalah Sarat kapal. Selanjutnya *Fd* merupakan Frekuensi demand; T_k adalah Tinggi Sarat Kapal; T_d adalah Sarat Dermaga; F_k merupakan Frekuensi Kapal; dan C_k adalah Kapasitas Kapal.

Perhitungan Biaya Operasi Kapal

Secara teoritis komponen biaya kapal (*shipping cost*) dapat dikelompokkan menjadi beberapa bagian dengan rincian 1) Biaya Operasi (*Operating Cost*) adalah biaya tetap (*fixed cost*) yang terkait dengan biaya harian kapal untuk operasi, biaya ini terdiri atas komponen-komponen Gaji awak kapal (*crew*), Biaya perbekalan (*stores & consumables*), Biaya perawatan (*running repair*), Biaya pelumas, Biaya asuransi dan Biaya administrasi/umum. 2) Biaya Perjalanan (*Voyage Cost*) adalah biaya tidak tetap (*variable cost*) yang hanya timbul pada saat kapal sedang beroperasi. Komponen biaya perjalanan ini adalah Biaya bahan bakar (*fuel cost*) yang nilainya tergantung pada daya mesin yang digunakan baik mesin induk maupun motor bantu, *specific fuel oil consumption*, kecepatan kapal dan harga bahan bakar serta biaya layanan pelabuhan (*port charges*) adalah semua biaya yang timbul selama kapal berada di area pelabuhan seperti labuh, pandu, tunda, sandar. Lebih lanjut 3) Biaya Layanan Bongkar/Muat (*Cargo Handling Cost*) adalah biaya yang timbul ketika kapal sedang melakukan proses bongkar atau muat barang di pelabuhan. Biaya ini termasuk dalam kategori biaya tidak tetap. 4) Biaya Modal (*Capital Cost*) adalah biaya tetap (*fixed cost*) yang terkait dengan biaya yang dikeluarkan untuk pembangunan atau pembelian. Besarnya biaya ini akan sangat ditentukan oleh Harga kapal, Sumber pendanaan, Besar pinjaman, tenor dan bunga pinjaman, Mata uang yang digunakan. 5) Biaya Pemeliharaan Rutin (*Periodic Maintenance Cost*) adalah biaya pemeliharaan kapal yang terjadwal (*docking*). Biaya ini termasuk dalam kategori biaya tetap (*fixed cost*) dan umumnya besarnya tergantung pada Umur kapal, Kebijakan pemeliharaan dan Peraturan klasifikasi.

Analisis Komparasi Pola Operasi

Tahap selanjutnya adalah analisis perbandingan alternatif pola operasi yang optimal untuk program tol laut dengan RFR paling minimum. Setelah terpilih pola operasi yang memiliki RFR lebih paling minimum, dilakukan analisis resiko dari pola operasi tersebut untuk mengetahui resiko apa saja yang kemungkinan terjadi dan biaya yang timbul dari resiko tersebut. Kemudian tahap terakhir adalah melakukan analisis subsidi untuk tiap pola operasi, dimana penurunan subsidi tersebut dapat mempengaruhi hasil pemilihan pola operasi kapal tol laut.

3. Hasil dan Pembahasan

Dari tahun 2017 dan tahun 2018 trayek kapal tol laut yang melayani pelabuhan di Maluku dan Papua bagian selatan mengalami perubahan rute. Perubahan trayek tol laut dan alternatif trayek yang diusulkan dalam analisis ini tergambarkan dalam tabel 3.

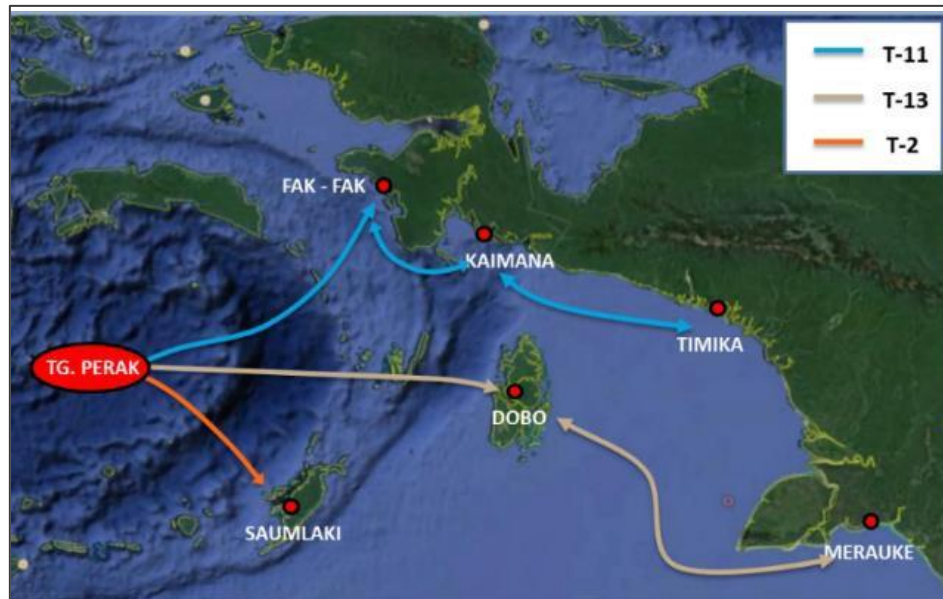
Tabel 3. Perbandingan Pola Operasi		
Trayek Tahun 2017	Trayek Tahun 2018	Usulan Pola Operasi
T-2 (SurabayaSaumlaki)	T-10 (SurabayaFak-Fak-Kaimana)	Mother Vessel (Surabaya-Hub)
T-11 (SurabayaFak-Fak-KaimanaTimika)	T-11 (SurabayaTimika-Merauke)	Feeder Vessel (Hub-Tujuan 1)
T-13 (SurabayaDobo-Merauke)	T-12 (SurabayaSaumlaki-Dobo)	Feeder Vessel (Hub-Tujuan 2)
		Feeder Vessel (Hub-Tujuan 3)
		Feeder Vessel (Hub-Tujuan 4)

Sumber: Kemenhub, 2018

Selanjutnya dari trayek dan armada kapal tersebut, dilakukan perhitungan operasi dan biaya dalam satu tahun, sehingga menghasilkan ringkasan yang terlihat pada tabel 5.

Tabel 5. Ringkasan Trayek Tahun 2017			
Trayek Tol Laut	RTD hari	Frekuensi Kali/thn	Total Biaya Jt-Rp/thn
T-11	18	19	64.582,40
T-13	19	18	60.228,83
T-2	8	21	43.421,58
TOTAL BIAYA			168.232,81

Sumber: Kemenhub, 2018



Gambar 6. Trayek Tol Laut Tahun 2017

Trayek Tol Laut (Multiport) 2017 Pada tahun 2017, pola operasi untuk tujuan Fak-Fak, Kaimana, Dobo, Saumlaki, Timika dan Merauke menggunakan Pola Multiport. Keenam titik tersebut pun terbagi menjadi beberapa trayek yakni T-11 (Surabaya-Dobo-Merauke), T-13 (Surabaya-Fak-Fak-Kaimana-Timika), dan T-2 (Saumlaki). Untuk titik tujuan saumlaki masih tergabung dengan T-2 yang mayoritas tujuannya adalah daerah di Nusa Tenggara Timur, yang terlihat pada gambar 6.

Ketiga trayek tersebut dilayani oleh KM Mentari Perdana di T-11, KM Freedom di T-13 dan KM Mentari Perkasa di T-2. Spesifikasi ketiga kapal terlihat pada tabel 4.

Tabel 4. Spesifikasi Kapal Tol Laut 2017

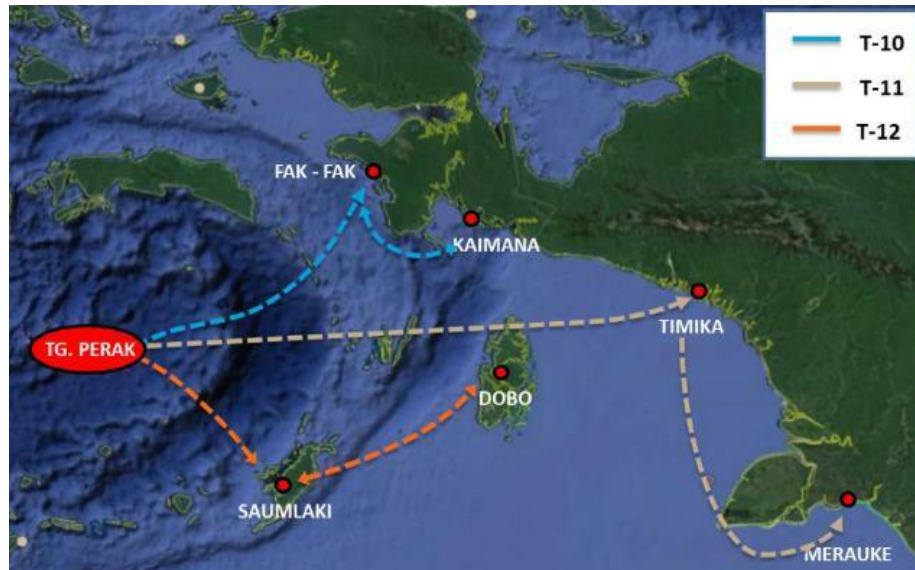
Item	KM. Mentari Perdana	KM. Freedom	KM. Mentari Perkasa
LOA	108,63 m	105,35 m	84,57 m
B	16,40 m	16,80 m	15,00 m
H	8,00 m	8,25 m	7,30 m
Mesin	2.113 KW	2.113 KW	1.268 KW
Payload	199 TEUS	192 TEUS	130 TEUS
Crane	2 x 10 B/H	2 x 10 B/H	2 x 10 B/H

Sumber: Kemenhub, 2018

Dalam pelaksanaan tol laut tahun 2017 ke wilayah Maluku dan Papua bagian selatan memerlukan total biaya yang dikeluarkan untuk 3 (tiga) trayek sebesar 168,23 milyar rupiah per tahun.

Trayek Tol Laut (*Multiport*) 2018

Pada tahun 2018, trayek tol laut mengalami perubahan dibandingkan tahun 2017. Ilustrasi trayek pada tahun 2018 terlihat pada gambar 6.



Gambar 7. Trayek Tol Laut Tahun 2018

Pola operasi untuk tujuan Fak-Fak, Kaimana, Dobo, Saumlaki, Timika dan Merauke menggunakan Pola *Multiport* (ilustrasi pada gambar 7). Keenam pelabuhan singgah tersebut terbagi menjadi trayek T-10 (Surabaya-Fak-Fak-Kaimana), T-11 (Surabaya-Timika-Merauke), dan T-12 (Surabaya-Saumlaki-Dobo). Armada kapal yang digunakan T-10 adalah KM. Mentari Perdana, T-11 dengan KM. Kedung Mas, dan T-12 dengan KM. Meratus Sumba. Berikut pada tabel 6 spesifikasi armada kapalnya.

Tabel 6. Spesifikasi Kapal Tol Laut 2018

Item	KM. Kedung Mas	KM. Meratus Sumba
LOA	105,35 m	84,57 m
B	16,80 m	15,00 m
H	8,25 m	7,30 m
Mesin	2.113 KW	1.268 KW
Payload	192 TEUS	130 TEUS
Crane	2 x 10 B/H	2 x 10 B/H

Sumber: Kemenhub, 2018

Sama halnya analisis pada tahun 2017, hasil analisis pada tahun 2018 total biaya terlihat pada tabel 7. Dimana total biaya pelaksanaan tol laut tahun 2018 ke wilayah Maluku dan Papua bagian selatan sebesar 170,36 milyar rupiah per tahun.

Tabel 7. Ringkasan Trayek Tahun 2018

Trayek Tol Laut	RTD hari	Frekuensi Kali/thn	Total Biaya Jt-Rp/thn
T-10	18	19	58.949,89
T-11	19	18	66.041,27
T-12	18	19	45.280,11
TOTAL BIAYA			170.355,42

Sumber: Kemenhub, 2018

Pola Operasi Skenario *Hub-Spoke*

Dari tahun ke tahun pelaksanaan program tol laut, pemerintah telah melakukan evaluasi berupa pemilihan perusahaan pelayaran sebagai operator tol laut, pemberian subsidi, dan yang paling sering adalah trayek dan pola operasi. Pada tahun 2018 ini, pemerintah telah membuat skema rute dan pola operasi tol laut baru. Dari tahun 2017 yang berjumlah 13 rute, di tahun 2018 memiliki 15 rute dengan pelabuhan singgah berbeda dari tahun-tahun sebelumnya. Selain jumlah operasi yang berubah pola operasi tol laut juga sudah meng-implementasikan pola operasi *Multiport*, *HubSpoke*, dan *Ship to ship*. Pola operasi *Hub-Spoke* tersebut terdapat pada pola operasi Trayek-5 dan Trayek-8.

Penelitian ini dilakukan penerapan pola operasi *Hub-Spoke* untuk Trayek-10, Trayek-11, dan Trayek-12 dengan menjadikan tiga trayek tersebut menjadi satu trayek. Konsep dan rute pola operasi *Hub-Spoke* dengan variasi skenario dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Variasi Skenario Pola *Hub-Spoke*

Skenario	Status Pelabuhan	Nama Pelabuhan
Skenario 1	<i>Hub Feeder</i>	Fak-fak A. Kaimana, B. Dobo, C. Saumlaki dan D. Timika Merauke
Skenario 2	<i>Hub Feeder</i>	Kaimana A. Fak-Fak, B. Dobo, C. Saumlaki dan D. Timika Merauke
Skenario 3	<i>Hub Feeder</i>	Dobo A. Fak-Fak, B. Kaimana, C. Saumlaki dan D. Timika Merauke
Skenario 4	<i>Hub Feeder</i>	Saumlaki A. Fak-Fak, B. Kaimana, C. Merauke dan D. Dobo–Timika
Skenario 5	<i>Hub Feeder</i>	Timika A. Merauke, B. Dobo, C. Saumlaki dan D. Fak-Fak Kaimana
Skenario 6	<i>Hub Feeder</i>	Merauke A. Fak-Fak, B. Dobo, C. Saumlaki dan D. Timika Kaimana

Setelah mengetahui konsep dan rute dari pola operasi *hub-spoke* tersebut. Selanjutnya dilakukan perhitungan terhadap masing-masing skenario yang meliputi per-hitungan biaya pengiriman, pemilihan armada kapal, dan pengembangan pelabuhan pengumpul (*hub port*). Berikut adalah total biaya untuk pola operasi *Hub-Spoke* dari masing-masing skenario terlihat pada tabel 9.

Tabel 9. Total Biaya Skenario 1–6

Skenario	Hub Port	Total Biaya (Jt-Rp/thn)
Skenario 1	Fak-Fak	172,503.81
Skenario 2	Kaimana	168,248.54
Skenario 3	Dobo	164,781.77
Skenario 4	Saumlaki	163,903.11
Skenario 5	Timika	200,389.99
Skenario 4	Saumlaki	163,903.11
Skenario 6	Merauke	231,250.57

Hasil analisis menunjukkan bahwa skenario yang memiliki total biaya paling minimum adalah skenario 4 dengan pelabuhan Saumlaki sebagai lokasi pelabuhan pengumpul terpilih dengan total biaya operasi kapal sebesar 163,88 milyar rupiah per tahun. Hasil skenario 4 tersebut terdiri dari pola operasi yang diilustrasikan pada gambar 8.



Gambar 8. Pola Operasi Skenario 4

Pada skenario 4 ini, armada kapal yang optimum digunakan adalah 1 (satu) unit *mother vessel* berkapasitas 296 TEUs untuk angkutan Surabaya–Saumlaki dan 3 (tiga) unit *feeder vessel* berkapasitas 60 TEUs untuk Pelabuhan Saumlaki, Fak-fak, Saumlaki, Kaimana, Saumlaki dan Merauke serta 1 (satu) *feeder vessel* berkapasitas 87 TEUs unit untuk Pelabuhan Dobo-Timika.

Tabel 10. Spesifikasi Kapal Skenario 4

Item	Satuan	Mother Vessel	feeder vessel	feeder vessel
Panjang (LPP)	M	96,48	73,67	65,00
Lebar (B)	M	15,31	13,25	11,00
Tinggi (H)	M	9,01	6,4	6,40
Sarat (T)	M	6,91	5,15	4,30
Deadweight	Ton	7.316	1.355	1.916
Payload	TEUs	296	60	87
Daya Mesin	Kw	2.178	759	1.053
Jumlah	Unit	1	3	1

Operasional armada kapal *mother vessel* untuk memenuhi permintaan muatan tol laut tahun 2018 adalah 27 kali *Round-Trip* dengan waktu satu kali round-trip adalah selama 13 hari. Sedangkan pola operasi angkutan *feeder* ke Pelabuhan Fak-Fak adalah selama 3,6 hari per round-trip, ke Pelabuhan Kaimana selama 4,1 hari per round-trip, ke Pelabuhan Merauke selama 4,4 hari per round-trip dan ke Pelabuhan Dobo–Timika selama 7,1 hari *per roundtrip* dengan jumlah frekuensi per trayeknya sebanyak 27 kali per tahun.

Dengan terpilihnya Pelabuhan Saumlaki menjadi pelabuhan pengumpul maka diperlukan biaya untuk pengembangan pelabuhan yang dapat disetarakan dalam satu tahun (*annual value*) sebesar 13,47 milyar. Total biaya tersebut digunakan untuk mengembangkan infrastruktur di Pelabuhan Saumlaki terlihat pada tabel 11.

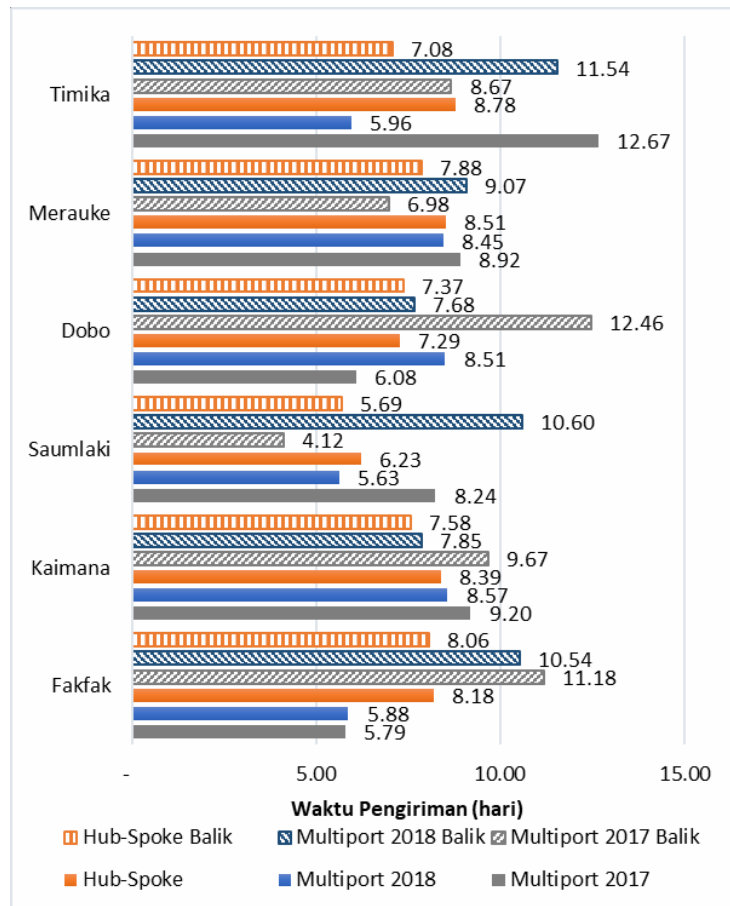
Tabel 11. Kebutuhan Pengembangan *Hub*

Item	Satuan	Jumlah
Dermaga Petikemas	m ²	2.168
Jib Crane 15 b/h	unit	1
Rubber Tyred Crane	unit	1
Reach Stacker	unit	2
Truck	unit	4
Trestle	m ²	140
Perkerasan Lap. Penumpukan	m ²	3.145
Tanah & Pembersihan	m ²	3.145
Lap. Parkir Umum	m ²	500
Lap. Parkir Truk Petikemas	m ²	500
Perkantoran	m ²	250
Fasilitas Umum	m ²	150
Bunker BBM	m ²	150
Rumah Pompa	m ²	150
Gedung Pemadam Kebakaran	m ²	150
Gardu Induk Listrik	m ²	150

Pengembangan Pelabuhan Saumlaki sebagai dampak terpilihnya sebagai pelabuhan pengumpul yaitu penambahan alat bongkar muat, penambahan *crane* dermaga, perbaikan fasilitas lapangan penumpukan dan fasilitas umum lainnya.

Perbandingan *Multiport* dengan *Hub-Spoke*

Perbandingan waktu pengiriman pada Hasil analisis menunjukkan bahwa waktu pengiriman untuk setiap pelabuhan tujuan pada pola operasi *Hub-Spoke* relatif lebih lama jika dibandingkan dengan pola operasi saat ini. Hal Ini dikarenakan pola operasi *Hub-Spoke* harus melakukan *double handling* muatan di pelabuhan pengumpul, yang terlihat pada grafis gambar 9.



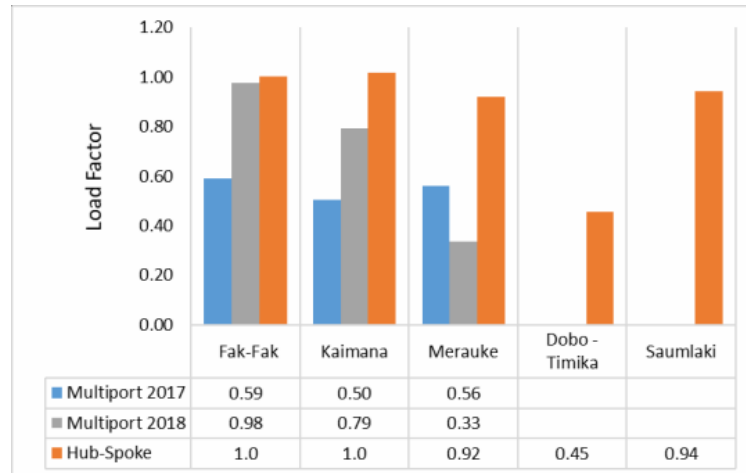
Gambar 9. Perbandingan Waktu Kirim

Perbandingan kapasitas terpasang Perbandingan kapasitas terpasang digunakan untuk mengetahui kapasitas maksimum armada kapal yang digunakan mampu membawa muatan hingga berapa banyak. Karena armada kapal tol laut merupakan jasa pengangkutan petikemas maka kapasitas terpasang dinyatakan satuan TEUs.Nm dalam satu satuan waktu.

Tabel 12 Kapasitas Terpasang

Keterangan	Satuan	Trayek 2017	Trayek 2018	Pola <i>HubSpoke</i>
Kapal Beroperasi	Unit	3	3	5
Frekuensi	RT/thn	18	19	27
Konektivitas	TEU. Nm/thn	711.780	921.967	439.404

Berdasarkan Tabel 12 pada hasil analisis menunjukkan bahwa kapasitas terpasang lebih rendah, tetapi *load factor* kapal relatif lebih tinggi. Hal ini menunjukkan pola operasi *Hub-Spoke* lebih optimal baik dalam segi utilitas ruang muat kapal (gambar 10) maupun segi unit biaya pengiriman.



Gambar 10. Load Factor dengan pola operasi

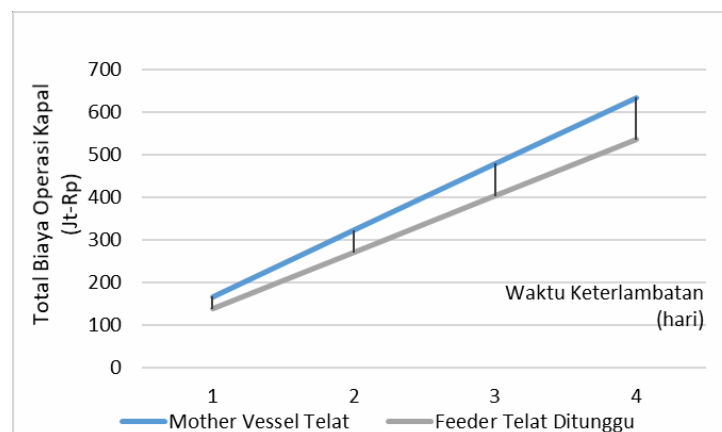
Required Freight Rate (RFR)

Perbandingan RFR dilakukan untuk mengetahui minimum tarif/*freight* pengangkutan (tanpa margin profit) dari pola operasi yang memiliki RFR paling rendah. Perbandingan RFR sendiri dilakukan dengan cara menghitung biaya Rp/TEUs.Nm dari tiap-tiap pola operasi yang akan dibandingkan dan dikalikan dengan jarak antar pelabuhan.

Dari perhitungan RFR, dapat diketahui bahwa biaya pengiriman adalah 1) Surabaya Fakfak sebesar 13,74 juta rupiah per TEUs; 2) Surabaya – Kaimana sebesar 13,64 juta rupiah per TEUs; 3) Surabaya – Saumlaki sebesar 9,5 juta rupiah per TEUs; 4) Surabaya – Merauke sebesar 17,60 juta rupiah per TEUs; 5) Surabaya– Dobo sebesar 11,79 juta rupiah per TEUs; dan 6) Surabaya–Timika sebesar 13,30 juta rupiah per TEUs.

Analisis Risiko

Risiko tertinggi dari pola operasi *Hub-Spoke* adalah keterlambatan yang terbagi menjadi 2 (dua) kondisi yakni *Mother Vessel* terlambat datang dan *Feeder Vessel* terlambat datang.



Gambar 11. Risiko Keterlambatan

Potensi biaya yang timbul akibat keterlambatan dapat dilihat pada gambar 11 bahwa jika *Mother Vessel* terlambat, maka potensi biaya yang timbul akan semakin besar tiap harinya. Sedangkan jika *Feeder Vessel* telat dan ditunggu *Mother Vessel*, maksimal hari menunggu hanya 1 (satu) hari.

Kemudian resiko berikutnya adalah *lost opportunity voyage*. Resiko ini adalah resiko yang timbul akibat utilitas dari *Feeder Vessel* yang terbilang rendah jika dibandingkan dengan frekuensi maksimal yang dapat dioperasikan dalam satu tahun. Kondisi ini tersebut terjadi karena frekuensi realisasi *Feeder Vessel* mengikuti jumlah frekuensi dari *Mother Vessel* yang mana jumlahnya lebih sedikit dibandingkan dengan frekuensi maksimal *Feeder Vessel*.

Analisis Subsidi

Sebagai konsep *transport promote the trade*, pemberian subsidi tol laut diharapkan dapat menutupi kekurangan biaya operasi kapal dan tujuan tol laut untuk mengurangi disparitas harga dapat tercapai. Pemberian subsidi tol laut dibagi menjadi 2 (dua) jenis yaitu: subsidi kapal yang besarnya didapatkan dari sekian persen total biaya pelayaran yang dikeluarkan oleh pihak pelayaran dan subsidi muatan yang besarnya didapatkan dari selisih antara tarif pengirim per petikemas yang dikeluarkan pemerintah dengan tarif pengiriman per kontainer yang ditetapkan.

Tabel 13. Analisis Subsidi Tol Laut

Pelabuhan	Subsidi 2017 (juta rupiah)	Subsidi 2018 (juta rupiah)	Hub-Spoke
Fakfak	14.403,86	18.573,36	13.163,79
Kaimana	18.564,25	21.798,84	12.669,30
Saumlaki	9.449,82	11.374,31	9.740,91
Merauke	16.396,00	31.961,89	7.469,30
Dobo	28.752,86	12.666,73	11.703,21
Timika	8.787,55	22.830,41	4.713,77
TOTAL	96.354,34	119.205,54	59.460,28

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, jika pada pola operasi *Hub-Spoke* tersebut menggunakan armada kapal yang sesuai hasil optimasi yang telah dijelaskan sebelumnya maka kebutuhan subsidi sebesar 59,46 milyar rupiah. Dibandingkan dengan pola operasi *multiport* tahun 2017, pola operasi *Hub-Spoke* memiliki potensi penghematan sebesar 38%, sedangkan jika dibandingkan *multiport* tahun 2018, dapat menurunkan subsidi hingga 50%.

4. Kesimpulan

Lokasi pelabuhan pengumpul (*hub port*) yang optimal berada di Pelabuhan Saumlaki dimana diperlukan 1 (satu) unit kapal berkapasitas 296 TEUs untuk mendistribusikan muatan dari Surabaya ke Saumlaki (*Hub*) dengan jumlah frekuensi sebanyak 27 kali per tahun. Selanjutnya armada kapal *feeder* yang diperlukan ke masing-masing pelabuhan akhir yaitu kapal petikemas berkapasitas 60 TEUs sebanyak 3 (tiga) unit untuk tujuan Saumlaki– FakFak, Saumlaki– Kaimana dan Saumlaki–Merauke dan Kapal petikemas berkapasitas 87 TEUs untuk tujuan Saumlaki Dobo dan Timika. Dari perbandingan antara pola operasi, risiko yang dapat terjadi akibat pola operasi *Hub-Spoke* adalah keterlambatan kapal dan utilitas armada yang tidak optimal.

Dibandingkan dengan nilai subsidi antara tahun 2017 dengan 2018, potensi penghematan pola jaringan hub-spoke ini adalah sebesar 50% dibandingkan dengan nilai subsidi tahun 2018 sebesar 119,21 milyar rupiah menjadi 59,46 milyar rupiah.

Daftar Pustaka

- Bovis, C. H. (2005). Public Service Obligations in the transport sector: the demarcation between state aids and services of general interest under EU Law. *European Business Law Review*, 16(6), 1329-1347.
- Kurniawan, A., dan Pramita, D. R. (2016). Desain Kapal Feeder Tol Laut Trayek T-5. *Warta Penelitian Perhubungan*, 28(5), 299-307.
- Gultom, E. R. (2017). Merefungsi Pengangkutan Laut Indonesia melalui Tol Laut untuk Pembangunan Ekonomi Indonesia Timur. *Develop*, 1(2).
- Imai, A., Shintani, K., & Papadimitriou, S. (2009). Multi-port vs. Hub-and-Spoke port calls by containerships. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 45(5), 740-757.
- Saragi, F. K., Mamahit, D. A., & Prasetyo, T. Y. B. (2018). Implementasi Pembangunan Tol Laut Untuk Mewujudkan Indonesia Sebagai Poros Maritim Dunia. *Jurnal Keamanan Maritim*, 4(1).
- Kadarisman, M., Yuliantini, Y., & Majid, S. A. (2016). Formulasi kebijakan sistem transportasi laut. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik*, 3(2), 161-183.
- Kementerian Perhubungan. 2018. Studi Pengembangan Trayek Tol Laut Tahun 2019. Jakarta: Badan Litbang Perhubungan.
- Natalia, C., Oktavia, C. W., & Eirene, G. (2019, May). Optimum Container Network Route in Papua Region. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 528, No. 1, p. 012040). IOP Publishing.
- Sarkis, J., & Sundarraj, R. (2002). *Hub Location at Digital Equipment Corporation: A Comprehensive Analysis of Qualitative and Quantitative Factors*. *European Journal of Operational Research*, 137, 336-347.
- Wittman, M. D., Allroggen, F., & Malina, R. (2016). *Public service obligations for air transport in the United States and Europe: Connectivity effects and value for money*. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 94, 112-128.

- Zhen, J. (2015). *Hub-and-spoke network design for container shipping along the Yangtze River*. Kowloon, Hongkong: science direct.
- W.-K. Chen, *Linear Networks and Systems (Book style)*. Belmont, CA: Wadsworth (1993) 123–135